

Yenilenebilir Enerji Tesisleri İçin Örnek Bir

Otomasyon Sistemi Tasarlanması Ve Uygulanması

Engin ÇETİN, Mahmut HEKİM, Ahmet YILANCI, Harun Kemal ÖZTÜRK,
Serdar İPLİKÇİ, Metin ÇOLAK, İsmail KAŞIKÇI

1.GİRİŞ

Kömür, petrol, doğalgaz gibi konvansiyonel fosil yakıt kaynakları, son yıllarda hızlı bir azalma eğilimi içerisine girmiştir. Ayrıca bu tür fosil yakıt kaynaklarının kullanımı ile birlikte doğayı kirletmeleri, sera etkisi oluşturarak küresel ısınmaya neden olmaları ve böylelikle dünyamızı geri dönülemez bir felakete sürüklemeleri kaçınılmazdır. Bu nedenle alternatif ve yenilenebilir enerji kaynakları, insanlık tarihinde hiç olmadıkları kadar önem arz etmektedir [1]. Mevcut enerji üretim kaynaklarının hızla tükenme eğilimi içine girmesi, hammadde fiyatlarının artması, çevreye ve insan sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri, kullanımlarındaki bir takım zorluklar, yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerine yapılan çalışmaları arttırmıştır [2].

Ülkeler CO₂ emisyonu yüksek olan, dışa oldukça yüksek oranda bağımlı, maliyetleri siyasal çalkantılardan etkilenen petrol, doğalgaz gibi enerji kaynakları yerine, kaynak anlamında dışa bağımlı olmayan, çevreye daha duyarlı, siyasal istikrarsızlıklardan etkilenmeyen güneş, hidrojen ve rüzgar gibi enerji üretim kaynaklarına yönelmektedirler [3]. Ayrıca, özellikle son kullanıcıların yakınına kurulan sistemler, iletim ve dağıtım cihazları gereksinimini azaltmakta ve yerel elektrik hizmetinin güvenilirliğini arttırmaktadır [4]. Çeşitli kontrol tekniklerinin kullanılmasıyla konut uygulamaları için verimli bir hibrid enerji sistemi kurmak mümkündür [5]. Bu tür sistemler elektriksel olarak paralel bağlanarak güç arttırımı yapılabilir [6], ulusal şebekeye bağlı veya ulusal şebekeden bağımsız

olarak çalışabilir [7].

2007 yılı başında faaliyete geçen Pamukkale Üniversitesi Temiz Enerji Evi (PAÜ-TENEV), tüm elektrik enerjisini fotovoltaik-rüzgar-yakıt pili hibrid enerji üretim sisteminden karşılamaktadır.

Yapılan bu çalışmada, PAÜ-TENEV bünyesindeki hibrid enerji üretim sisteminin elektriksel olarak izlenmesi ve kontrolü ele alınmıştır. Bu bağlamda oluşturulan programlanabilir mantık denetleyicisi (PLC) tabanlı sistem ele alınmış ve incelenmiş, sistemin kurulumu, veri toplama ve kontrol aşamasında kullanılan ekipman ve programlama mantığından söz edilmiş, sistemin kurulumu, işletmeye alınması ve işletme altındaki durumu incelenmiştir.

2. FOTOVOLTAİK-RÜZGAR-YAKIT PİLİ HİBRİD ENERJİ ÜRETİM SİSTEMİ



Şekil 1. PAÜ-TENEV binası

PAÜ-TENEV bünyesindeki fotovoltaik-rüzgar-yakıt pili hibrid enerji üretim sistemi, 5kW fotovoltaik, 2.4kW yakıt pili ve 400W rüzgar türbini kurulu gücüne sahiptir. Şekil 1’de, PAÜ-TENEV’in genel bir görünümü sunulmuştur.

Fotovoltaik enerji üretim sistemi, her biri 125W gücünde toplam 40 adet fotovoltaik panelden oluşmaktadır. Bu

panellerin yarısı çatıda sabitlenmiş (Şekil 2), diğer yarısı ise sıvı bazlı 2 adet güneş takip düzeneği üzerine monte edilmiştir (Şekil 3).

Bu hareketli düzenekler, herhangi bir motor takviyesi olmaksızın, düzeneğin içindeki gaz-sıvı karışımı maddenin güneş ile ısınması sonucunda oluşan buhar basıncı ile düzeneği tek ekseninde hareket ettirmesiyle çalışmaktadır. Her bir düzeneğin üzerinde 10 adet güneş paneli (her biri 125W) bulunmaktadır [3].



Şekil 2. Çatıda kurulu fotovoltaik paneller



Şekil 3. Sıvı bazlı güneş takip düzeneği üzerindeki fotovoltaik paneller

Sistemde yer alan fotovoltaik paneller, polikristal yapıdadırlar.

Verimleri %16 civarındadır. Maksimum çıkış gerilimleri 17.4V, akımları 7.2A, açık devre gerilimleri 21.7V ve kısa devre akımları da 8A'dır [8].

Sistem 48V DC olarak tasarlanmış, her biri 12V/150Ah değerli toplam 16 adet AGM (Absorbent Glass Mate) tip akü enerji depolama amaçlı kullanılmıştır (Şekil 4).

Sistemde kullanılan ve PAÜ-TENEV'in enerji gereksinimini karşılayan invertör tam sinüs 220V/50Hz'dir. Bu invertör, Şekil 5'te görülmektedir.

Sistemde 2 adet her biri 1.2kW gücünde yakıt pili bulunmaktadır (Şekil 6). Yakıt pillerinin her biri 26-50V DC elektrik enerjisi üretmektedir [9].



Şekil 4: Sistem akü kabineti



Şekil 5: 5kW / 220V-50Hz invertör



Şekil 6: Sistemde kullanılan paralel bağlı yakıt pilleri

Proton değişim membranlı (PEM)

yakıt pilleri ile hidrojen ve oksidant havanın elektrokimyasal reaksiyonu sonucunda elektrik enerjisi elde edilmekte ve sadece kullanılmayan hava, ısı ve su emisyon olarak dışarı verilmektedir [9].

Bu yakıt pilleri, özel bir bağlantı kutusu ile paralel bağlanarak, çıkışları 2.5kW'lık 220V/50Hz tam sinüs invertörün (dış görünüşü Şekil 5'teki invertöre benzeyen) invertöre girişine verilmiştir.

Sistemin hidrojen gereksinimi, suyun elektrolizinin gerçekleştiği PAÜ-TENEV bünyesindeki ticari olarak satılan bir elektrolizer ile karşılanmaktadır (Şekil 7). Bu elektrolizör 6kVA gücündedir [10].



Şekil 7. Hogen® S20 elektrolizer

Elektrolizerde üretilen hidrojen, altı adet metal hidrid hidrojen tankında katı halde depo edilmekte (Şekil 6) ve istenildiğinde elektrik enerjisine dönüştürülmek üzere saklanmaktadır. Her bir metal hidrid tank, hidrojenin üst ısıl değerine göre yaklaşık 2.7kWh enerji depolayabilmektedir.

Sistemde kurulu rüzgar türbini 400W gücündedir. Çıkış gerilim değeri 48V DC'dir. Şekil 8'de, rüzgar türbini sistemi görülmektedir.



Şekil 8. 400W Rüzgar türbini

3. PLC TABANLI VERİ TOPLAMA VE KONTROL SİSTEMİ



Şekil 9. PLC tabanlı veri toplama ve kontrol sistemi

Şekil 9'da, PLC tabanlı veri toplama ve kontrol sistemi görülmektedir. Sistemde ana işlemci birimi olarak bir adet S7-200 PLC-CPU ünitesi kullanılmıştır. Veri toplama ve kontrol işlemlerinde analog sinyallerin okunup PLC'ye iletilmesi amacıyla da yine EM-235 modülleri kullanılmıştır. Şekil 10'da, EM-235 modülü görülmektedir. Bu modül 4 analog girişe müsaade ettiğinden, analog giriş sayısı gereksinimine göre modül sayısının belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 10. EM-235 analog modülü



Şekil 11. Şönt elemanı ve 12V DC/DC konvertörün görünümü

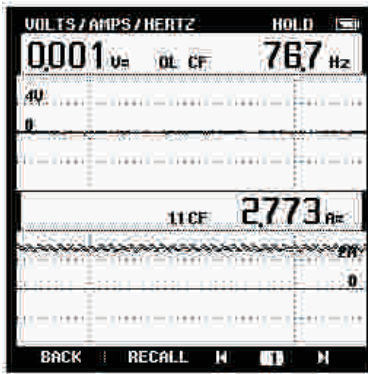
Sistem üzerinden akım okuma

işlemi, şönt birimleri vasıtasıyla yapılmaktadır (Şekil 11). Sistemde kullanılan mevcut 200A/0-100mV şönt elemanı, sistem üzerinden akan akımı mV cinsinden EM-235 analog modülüne iletmekte, ilgili veri PLC'ye aktarılarak veri toplama işlemi tamamlanmaktadır.



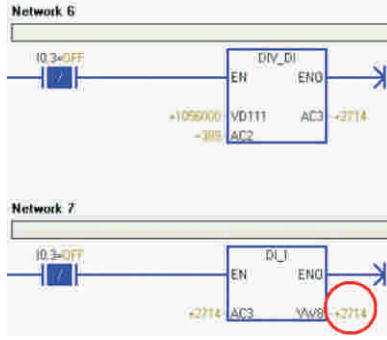
Şekil 12. DC akım okuma örnek devresi

Şekil 13'teki devrede bir adet 12V DC elektrik süpürgesi, 1 adet Fluke 43B güç kalitesi analizörü ve 1 adet DC akım penci görülmektedir. Şekil 11'de görülen konvertör, fotovoltaik-rüzgar-yakıt pili hibrid enerji üretim sistemi üzerinden gelen 46-56V DC gerilimi alarak 12V DC'ye dönüştürmektedir. Elektrik süpürgesi bu DC/DC konvertör üzerinden çalıştırılarak çektiği akım değeri güç kalitesi analizörü ile ölçülmüş ve 2.773A olarak kaydedilmiştir (şekil 14).



Şekil 13. Elektrik süpürgesinin çektiği akımın güç kalitesi analizörü ile ölçülmesi

Aynı akım değeri, kurulan PLC tabanlı sistem tarafından ölçülmüş ve 2714mA olarak kaydedilmiştir. Şekil 14'te, ladder diyagramı üzerinden okunan akım değeri görülmektedir.



Şekil 14. PLC tabanlı sistem tarafından okunan elektrik süpürgesi akım değeri

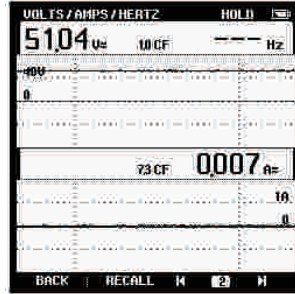
PLC tabanlı veri toplama sistemince voltaj değerleri de okunabilmektedir. Voltaj değerleri 0-100V/4-20mA değerli konvertörlerce (şekil 15) yine EM-235 modüllerine girilmekte, sonrasında PLC tarafından değerlendirilerek kullanıcı ekranına verilmektedir. Şekil 16'da, örnek olarak ele alınan 48V akü bara hat gerilimi ölçüm noktası görülmektedir.



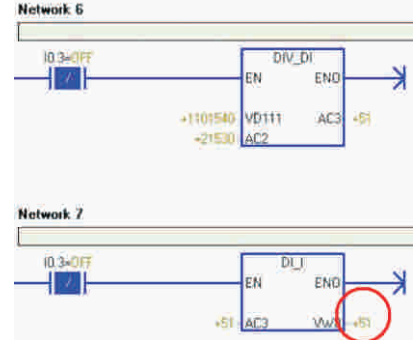
Şekil 15. 0-100V/4-20mA konvertör



Şekil 16. Akü hattı voltaj ölçüm noktası

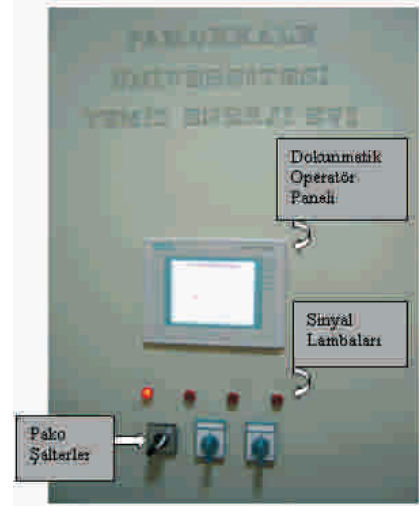


Şekil 17. Fluke 43B ile ölçülen akü voltajı



Şekil 18. PLC tabanlı sistemince ölçülen akü voltajı

Şekil 17'de, Fluke 43B tarafından ölçülen akü voltaj değeri görülmektedir. Bu değer, 51,04V olarak tespit edilmiştir. Şekil 18'de ise, PLC tabanlı sistemince ölçülen değer görülmektedir ki bu değer de 51V olarak kayda geçmiştir.



Şekil 19. Manuel kontrol ve izleme panosu

Mevcut sistem, AC yüklerin de beslemesini yapmaktadır. Ancak yüklerin şebeke ya da akü bankı üzerinden invertör ile beslenmesi için gerekli geçişler, manuel yapılmaktadır. Şekil 19'da manuel işlemde kullanılan pano görülmektedir. Pano üzerinde dokunmatik panel ve üç ayrı pako şalter bulunmaktadır. Pako şalterlerden birincisi, sistemin ulusal şebeke-5kW'lık fotovoltaik-rüzgar yakıt pili çıkış invertörü ve 2.5kW'lık yakıt pili arasında anahtarlanmasını, ikinci pako şalter 5kW'lık invertörün

laboratuvar içerisinde önceden belirlenmiş linyeleri enerjilendirmesini, üçüncüsü ise 2.5kW'lık invertörün laboratuvar içerisinde önceden belirlenmiş linyeleri enerjilendirmesini sağlamaktadır. PLC tabanlı otomatik kontrol sisteminin yazılım işlemleri tamamlanmış olup, devreye alma denemeleri devam etmektedir.

4. SONUÇ

Yapılan bu çalışma ile, Pamukkale Üniversitesi'nde kurulu fotovoltaik-rüzgar-yakıt pili hibrid güç sistemi için bir veri toplama ve kontrol sistemi tasarlanmış ve devreye alınmıştır. Bu sistemle akım ve gerilim değerleri rahatlıkla okunabilmekte ve kaydedilebilmektedir. Sistemin ulusal şebeke ve akü bankı arasındaki anahtarlama ve kontrol düzeneğinin devreye alma işlemleri ise devam etmektedir. Sunulan sistem ile esnek, genişletilebilir, kontrolü ve müdahale etmesi kolay bir veri toplama sistemi oluşturulmuştur. Sistemin geliştirilmesine yönelik çalışmalar ise devam etmektedir.

5. KAYNAKÇA

- [1] Oner, Y., Cetin, E., Yilanci A. and Ozturk, H. K., 2009, Design and performance evaluation of a photovoltaic sun-tracking system driven by a three-freedom spherical motor, *International Journal of Exergy (accepted for publication)*.
- [2] Çetin, E., Keserlioğlu, M. S. ve Sazak, B. S., 2001, Fotovoltaik Panel Konum Kontrolünün Z80 Mikroişlemcisi Kullanılarak Gerçekleştirilmesi, 6. Türk-Alman Enerji Sempozyumu, 21-24 Haziran 2001, İzmir.
- [3] Çetin, E., Yilanci, A., Öner, Y. ve Öztürk, H. K., 2007, Aydınlatmada Fotovoltaik-Hidrojen Hibrid Enerji Kaynağı Kullanımı, IV. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, 13-15 Aralık 2007, İzmir.
- [4] , H., 1998, Fotovoltaik Teknolojiye Giriş, *Elektrik Mühendisliği Dergisi, Cilt:39, Sayı:403, s. 12-15.*
- [5] , J. D., Brouwer, J. and Samuelsen, G. S., 2007, *Dynamic Modeling of Hybrid Energy Storage*

Systems Coupled to Photovoltaic Generation in Residential Applications, Journal of Power Sources, 163 (2007), 916-925.

[6] Torres, L. A., Rodriguez, F. J. and Sebastian, P. J., 1998, Simulation of A Solar-Hydrogen-Fuel Cell System: Results for Different Locations in Mexico, *Int. J. Hydrogen Energy, Vol. 23, No.11, 1005-1009.*

[7] , J. D., Brouwer, J. and Samuelsen, G. S., 2006, Dynamic Analysis of Regenerative Fuel Cell Power for Potential Use in Renewable Residential Applications, *International Journal of Hydrogen Energy, 31 (2006), 994-1009.*

[8] Kyocera KC125GHT-2 Photovoltaic Module Manuel, www.kyocera.com, 2007.

[9] NexaTM Power Module Installation Manuel and Integration Guide, 2002, MAN5000054.

[10] Hogen@ 40 Series 2 Installation & Operation Instructions, 2003, Proton Energy Systems, PD-0100-0001.

Resmi Gazete'den

Tarih	Sayı	Kurum	
7 Ağustos 2009	27312	Başbakanlık	Telekomünikasyon Yoluyla Yapılan İletişimin Tespiti, Dinlenmesi, Sinyal Bilgilerinin Değerlendirilmesi ve Kayda Alınmasına Dair Usul ve Esaslar İle Telekomünikasyon İletişim Başkanlığının Kuruluş, Görev ve Yetkileri Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
7 Ağustos 2009	27312	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Gelirlerinin Tarih, Tebligat, Tahakkuk, Tahsilat Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik
12 Ağustos 2009	27317	Maliye Bakanlığı	Belediye Gelirleri Kanunu Genel Tebliği (Seri No:37)
14 Ağustos 2009	27319	Sanayi Ve Ticaret Bakanlığı	Asansör Yönetmeliğinde (95/16AT) Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
14 Ağustos 2009	27319	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Jeofizik Mühendisleri Odası	Türk Mühendis Ve Mimar Odaları Birliği Jeofizik Mühendisleri Odası Serbest Müşavirlik Mühendislik Hizmetleri, Büro Tescil Ve Mesleki Denetim Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
15 Ağustos 2009	27320	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü	Su Yapıları Denetim Hizmetleri Yönetmeliği
18 Ağustos 2009	27323	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü	Elektrik Piyasasında Üretim Faaliyetinde Bulunmak Üzere Su Kullanım Hakkı Anlaşması İmzalanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
18 Ağustos 2009	27323	Sanayi Ve Ticaret Bakanlığı	Aydınlatma ve Işıklı Sinyal Cihazlarının Motorlu Araçlara ve Römorklarına Yerleştirilmesi İle İlgili Tip Onayı Yönetmeliğinde (76/756AT) Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
21 Ağustos 2009	27326	Bayındırlık ve İskan Bakanlığı	Yapı Malzemeleri Yönetmeliği(89/106/EEC)Kapsamında Uygulanacak Teknik Şartnamelerin Yayınlanması Hakkında Tebliğin Değiştirilmesine Dair Tebliğ(Tebliğ No:YİG/2009-06)
22 Ağustos 2009	27327	Sanayi ve Ticaret Bakanlığı	Organize Sanayi Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği
22 Ağustos 2009	27327	Kamu İhale Kurumu	Kamu İhale Genel Tebliği
27 Ağustos 2009	27332	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Kimya Mühendisleri Odası	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Kimya Mühendisleri Odası Birlikli Yönetmeliği
27 Ağustos 2009	27332	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği İnşaat Mühendisleri Odası	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği İnşaat Mühendisleri Odası Serbest İnşaat Mühendisliği Hizmetleri Uygulama, Tescil, Denetim ve Belgelendirme Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
29 Ağustos 2009	27334	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu	Uzak Mesafe Telefon Hizmetinin Sunulmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğin Yürürlükten Kaldırılmasına Dair Tebliğ